

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

Návrh výrobního procesu pro zavedení nového produktu

The Design of the Production Process for the
Introduction of a New Product

Student: Dominik Hadamčík

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Vladimíra Schindlerová, Ph.D.

Ostrava 2019

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Zadání bakalářské práce

Student: **Dominik Hadamčík**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2301R040 Průmyslové inženýrství
Téma: **Návrh výrobního procesu pro zavedení nového produktu**
The Design of the Production Process for the Introduction of a New Product
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Teoretické východiska zadané problematiky.
2. Analýza současného uspořádání výrobního procesu a jeho návaznosti.
3. Rizika, problémová místa a jejich identifikace.
4. Návrh výrobního procesu dle požadavků změn produktové skladby.
5. Posouzení přínosu navržených změn pro podnik.

Seznam doporučené odborné literatury:

KEŘKOVSKÝ, M. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Vyd. 2. Praha: C. H. Beck, 2009. 137 s. ISBN 978-80-740-0119-2.
MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. *Cesty k vyšší produktivitě. Strategie založená na průmyslovém inženýrství*. Liberec. Institut průmyslového inženýrství. 1996, ISBN 80-902235-0-8.
BASL, J., TŮMA, M., GLASL, V. *Modelování a optimalizace podnikových procesů*. Plzeň: ZÚ v Plzni, 2002. 140 s. ISBN 80-7082-936-2.
GROS, Ivan. *Velká kniha logistiky*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Vladimíra Schindlerová, Ph.D.**

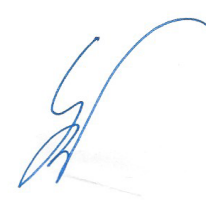
Konzultant bakalářské práce: Ing. Jan Sakalík

Datum zadání: 21.12.2018

Datum odevzdání: 20.05.2019


Ing. Lucie Krejčí, Ph.D.
vedoucí katedry




prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci, včetně příloh, vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V práci jsem použil interní údaje o technickém vybavení získané od firmy MAHLE Behr Ostrava s.r.o., Mošnov, firma s jejich zveřejněním souhlasí

V Ostravě dne 20. května 2019



Podpis studenta

Prohlašuji že:

- jsem si vědom, že na tuto moji závěrečnou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských, či náboženských obřadů, nebo v rámci úředních akcí, pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních přestavení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto závěrečnou bakalářskou práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této bakalářské práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- beru na vědomí, že - podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů - že tato bakalářská práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce, a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 20. května 2019



Podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce:

Dominik Hadamčík

Adresa trvalého pobytu autora práce

U Hřiště 45

Opava, 747 06

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

HADAMČÍK, Dominik. *Návrh výrobního procesu pro zavedení nového produktu: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra Mechanické technologie, 2019, 47 s. Vedoucí práce: Schindlerová, V.

Bakalářská práce popisuje proces výroby dané společnosti. Zaměřuje se na užší část ve výrobní části předmontáže. Popisuje využití metod při analyzování aktuálního stavu pracoviště. Je částí zavádění nového produktu do výroby. Navrhuje výrobní proces. Zaměřuje se na teoretická východiska zadané problematiky, analýzy a vysvětluje jejich použití na reálném příkladě. Určuje cíle a vyhodnocuje jejich plnění. V neposlední řadě se blíží k rizikům a navržení nových změn produktové skladby. Zjišťuje nalezení nových defektů v procesu a detekuje jejich vznik. Posuzuje přínosy nových navržených změn. Závěr hodnotí výsledky daných analýz.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

HADAMČÍK, Dominik. *The Design of the Production Process for the Introduction of a New Product: Bachelor thesis*. VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering. Department of Mechanical Technology, 2019, 47 p. Thesis head: Schindlerová, V.

This bachelor's thesis describes the process of production in the given company. It focuses specifically on the pre-assembly workshop and describes the use of several methods to analyze the current situation in this workplace, where a new product is being introduced into production together with new manufacturing processes. Simultaneously, this thesis focuses on the theoretical bases of the assigned task, analyses the entire situation, and explains the use of methods using real-life examples. It also sets the goals and evaluates whether these goals were achieved. Also, it determines any potential risks and proposes new changes to the product range. There is also detection of new defects within the manufacturing process, together with the identification of their causes. Finally, it evaluates the benefits of new proposed changes as well as outputs of analyses provided.

Obsah

SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK	8
ÚVOD.....	9
1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA ZADANÉ PROBLEMATIKY	10
1.1 Výrobní proces.....	10
1.2 Obecné metody racionalizace výroby	10
1.3 Dotazovací metoda	11
1.4 Pohybové studie	11
1.4.1 Mikropohybová studie.....	12
1.4.2 Vývoj systému MTM	12
1.4.3 MTM – 1.....	13
1.4.4 MTM – 2.....	13
1.4.5 MTM – 3.....	13
1.4.6 MTM UAS.....	14
1.5 Přehled a princip systému Kanban.....	16
1.6 Vizualní management	17
1.7 Poka-Yoke	19
2 ANALÝZA SOUČASNÉHO USPOŘÁDÁNÍ VÝROBNÍHO PROCESU A JEHO NÁVAZNOSTI.	20
2.1 Mapa pracoviště	20
2.2 Stanice předmontáže	22
2.3 MTM analýza	25
2.4 Kanban	28
2.5 FIFO.....	30
2.6 Celkový objem výroby.....	30
3 RIZIKA, PROBLÉMOVÁ MÍSTA A JEJICH IDENTIFIKACE.....	32
3.1 Časový fond operátora.....	32
3.2 Technologická rizika.....	34
3.3 Cíle bakalářské práce	36

4	NÁVRH VÝROBNÍHO PROCESU DLE POŽADAVKŮ ZMĚN PRODUKTOVÉ SKLADBY.....	37
4.1	Změna struktury materiálu dle nové produktové skladby.....	37
4.2	Návrh změny značení vstupního materiálu pro operátory	37
4.3	Návrh výrobního procesu lisování dle MTM analýzy.....	38
4.3.1	Operátor č.1.....	38
4.3.2	Operátor č.2.....	39
4.3.3	MTM analýza	39
4.4	Bezpečnost a skladování	41
4.5	Návrh technologické změny designu víka.....	42
4.6	Test výroby navrženého víka	43
5	POSOUZENÍ PŘÍNOSU NAVRŽENÝCH ZMĚN PRO PODNIK.....	46
6	ZÁVĚR	48
	LITERATURA	49
	SEZNAM GRAFŮ, TABULEK A OBRÁZKŮ	50

Seznam použitých značek

Systém MTM	Methods Time Measurement	Metody časového měření.
DAA	Assembly Assistant	Digitální montážní asistent.
5S	5S	Metoda pěti s.
FIFO	First in, first out.	Dříve dodané zboží opouští sklad nejdříve.
SIMO	Simple in, multiplate out	Samotně dovnitř, dohromady ven.
Kg		kilogram
mm		milimetr
cm		centimetr
sec.		sekunda
SAP	Systeme, Anwendungen, Produkte	Systémy, aplikace, produkty
LTR	Low temperature radiator	Nízkoteplotní radiátor
PVC	Polyvinylchlorid	Plast, pryž.

Úvod

V bakalářské práci se zaměřím na část výroby ze společnosti MAHLE Behr Ostrava s.r.o. Společnost se zabývá sériovou výrobou chladičů, jak pro osobní, tak pro nákladní automobily. Obecně automobilový průmysl je dnes na špičce trhu. Ve srovnání jsou na tom lépe tuzemské společnosti oproti evropským zemím. Nejen, že se dostává do popředí průmysl strojírenský a automobilový, ale také farmacie, či výroba oděvů. Jako hlavní pozici, nejvýznamnější firmy se stává ŠKODA AUTO a.s. Tato společnost překonává společnosti jako je Hyundai Motor Manufacturing Czech s.r.o.

Cíle těchto velkých firem jsou zvýšit export našich výrobků a tím podpořit růst ekonomiky. Velký podíl je také ve vývojových centrech a univerzitách.

Nastávají také možné hrozby, které ovlivňují společnosti. Jsou to především nedostatky vybavení pracovníků a velká poptávka po pracovní síle. Stále se snižují počty studentů odborných učilišť a praktických oborů. Narůstá počet firem, které ve velké míře pracují v úzkém spojení s robotizací a Průmyslem 4.0, proto tyto snižující se počty mají negativní vliv.

Vnikají také velké změny v řízení procesů výroby. Hlavní části nových trendů jako jsou snižování nákladů a zvyšování efektivity výroby přispívají v globálním vývoji a inovacích.

Cílem bude zanalyzovat prostředí a věnovat se změnám pro zavedení výrobního procesu. Vytyčím teoretická východiska problematiky. Zaměřím se na současnou analýzu daného prostředí, ve kterém se vyrábí produkt A. Po identifikaci rizik a jejich problémových míst navrhnou změny produktové skladby tak, aby nový produkt B měl méně rizikových míst, a co nejmenší ztráty. V závěru práce zhodnotím přínos této práce pro společnost a navrhnou možná opatření, či další postupy. Cílem je, aby nový proces byl časově co nejméně náročný, konkurence schopný, stabilní a především bezpečný.

1 Teoretická východiska zadané problematiky

1.1 Výrobní proces

Výrobní proces tvoří materiální hodnoty a je technicko-společenským procesem. Zahrnuje všechny operace, které souvisí s přeměnou surovin a materiálu. Rozlišujeme výrobní procesy výrobků a výrobní procesy výrobních jednotek.

Výrobní procesy výrobků můžeme chápat jako přeměnu určitého výrobku, skupiny výrobků nebo výkonů. Vždy ale za daných podmínek. Takové procesy probíhají na více pracovištích, v dílnách, závodech, podnicích, nebo také mezi podniky několika výrobních odvětví.¹

Výrobní procesy výrobních jednotek chápeme jako technologické a netechnologické procesy určité výrobní jednotky.¹

Výrobní procesy výrobků také můžeme rozdělit dle daných hledisek:

- hlediska věcná,
- hlediska prostorová,
- hlediska časová,
- hlediska organizace a řízení.¹

1.2 Obecné metody racionalizace výroby

Metody empirického a teoretického zkoumání lze uvést mezi obecné metody racionalizace výroby. Můžeme je chápat jako základ metod tvůrčího myšlení.¹

Sběr faktů a informací je hlavním úkolem v empirickém sektoru a lze je zobecnit.

Patří zde:

- pozorování,
- srovnávání,
- měření,
- experiment,
- metoda dotazovací,
- využití zkušeností.¹

Dosahování vyšší úrovně znalostí na základě skutečností z předchozího stupně, zjištěné pomocí analýzy, lze zařadit mezi teoretický stupeň.¹

Mezi teoretické metody zkoumání patří:

- abstrakce a konkretizace,
- analýza a syntéza,
- indukce a dedukce,
- použití prostředků poznání a modelování,
- systémový přístup,
- historická a logická metoda,
- idealizace a formalizace.¹

1.3 Dotazovací metoda

Metoda dotazovací hledá pomocí názoru pracovníků na dané dotazy určité řešení problémů. Jedná se hlavně o pracovníky, kteří se v oboru dobře orientují, či přímo jsou součástí procesu. Pro hodnotné výsledky je příprava rozhovoru a otázek velmi důležitá. Pro přesnější výsledky je dobré formulovat otázky směřující k danému problému, technologii, organizaci a řízení.¹

Tuto metodu můžeme rozdělit do dvou typů rozhovorů, a to:

a) Standardizovaný

Tuto metodu standardizovaného rozhovoru lze použít kdekoliv v procesu. Formulováním přesných dotazů a dodržáním pořadí je možnost porovnávání výsledků větší. Můžeme je kvantifikovat, a dosáhnout tedy větší věrohodnosti. Jako protiklad zde bereme nepřizpůsobivost dané, vzniklé situaci a umělost.¹

b) Nestandardizovaný

Také zde vycházíme z předem připravených podkladů a otázek, ale můžeme brát tyto otázky jen jako rámcové body, které nás dále směřují k dalším informacím. Během dotazování se mohou otázky obměňovat, dle dané potřeby. Pomocí pružnějšího průběhu dotazování je možné docílit přesnějšího a hlubšího výsledku.¹

1.4 Pohybové studie

Pro racionalizaci operace lze také využít pohybové studie, jako nástroj ke zjištění nedostatků, zjednodušení, či chyb v rámci ergonomie. Tato zjištění pak vedou ke změnám v daném procesu, například k úsporám času na výrobu. Patří zde řada metod, které lze využít. Pro využití musíme zohlednit počty pracovníků, pracovní místa a jejich vhodnost. Cílem těchto metod je vytvořit rozbor a měření jednotlivých pohybů. Z tohoto rozboru je pak třeba sestavit celek s nejmenším počtem pohybů a největší produktivitou.¹

1.4.1 Mikropohybová studie

Tato studie, jak již vyplývá z názvu mikro, je zaměřena na části ručních úkonů. Operace se stále opakují a za účelem racionalizace úkonů je možné ji použít. Po analýze je výsledkem vymezení počtu pohybů tak, abychom dosáhli nejmenšího času a největší produktivity.¹

Do mikropohybových studií patří Systém MTM, který je jeden z nejznámějších a nejrozšířenějších. Využívá přesných norem a kvalitativně srovnává dané pohyby. Můžeme říci, že tento systém je proto objektivnější, levnější a rychlejší.¹

Každý pohyb začleněný v procesu je rozdělen na základní pohyby a druh, pro které jsou stanovené normované časy. K dosažení nejpřesnější MTM analýzy vyloučíme zbytečné pohyby, stanovíme přesný pracovní postup a jednotné pracovní nástroje pro pracovníky. Po těchto operacích a řádném zaškolení pracovníka je možné provést MTM analýzu. Po zpracování a vypočtení normovaného času je výsledek brán pro průměrného pracovníka, který může tuto práci vykonat dle analýzy. Vše probíhá v souladu s ergonomií.¹

1.4.2 Vývoj systému MTM

Dle důležitých historických postav F.W. Taylor (1856–1915) a F.B. Gilbreth (1868–1924) je hlavní složkou závislosti na čase použitá metoda procesu. Tato myšlenka je konstruována v závislosti na stejné míře zručnosti, schopnosti a námaze ve vykonávání pracovního procesu.

Všechny vlivy, které působí na vykonávání pracovní náplně, jsou velmi rozmanité. Proto se F.B. Gilbreth pokusil o vytvoření mnoha pohybových sekvencí a v rámci všech pohybových typů vytyčil 17 z nich. Tyto zregulované pohyby označil jako Therbligs, dle svého jména. 17 typů pohybů jsou předchůdci základních pohybů MTM.

Za pomoci jeho kolegů proběhly další studie pohybů, kde byly určeny pohyby, které vykonávají práci. Z těchto pohybů utvořili první analýzu pohybu jedné ruky a poté obou dohromady.

Tyto pokusy o utvoření jakéhosi patentu na přesné definování pohybů ale nevedly k výsledku. Nebyly totiž přiřazeny standardizované časy pohybům, tudíž se nemohli dostat k přesným výpočtům časových prodlev. Vznikl proto nový systém předem stanovených časů a propojily se zkušenosti Gilbretha s Taylorem. Podařilo se utvořit přesné časové ohodnocení příslušných pohybů a kvantitativně je ohodnotit.

Postupně se tato metoda stává populární, především v průmyslu kvůli předdefinovaným časům pro dané operace. V roce 1919-1924 vzniká první oficiální název MTA (Motion Time Analysis) – Analýza pohybového času.

Američtí specialisté se do Evropy dostávají s tímto názvem jako MTM a postupně se infiltrují do ostatních zemí. Dnes se používá všude na světě.⁵

K pohybovým studiím můžeme přiřadit:

- schémata výrobních procesů,
- mikropohybové studie,
- studie dráhy pohybu.¹

Základním pravidlem MTM analýzy je dodržovat předem stanovený přepočten čas dle tabulky 1.

Tabulka 1 přepočten časových hodnot dle MTM – UAS⁸.

Základní proces MTM - UAS			
Přepočten časové jednotky			
TMU	sek	min	h
1	0,036	0,0006	0,00001

1.4.3 MTM – 1

Jsou cyklicky opakující se práce, které jsou jednoduché a používají se převážně v sériové výrobě. Dílčí pohyby jsou základním stavebním kamenem pro modelování manuální pracovní činnosti. Určuje normovaný čas pro každý základní pohyb v závislosti na ovlivňujících veličinách. Pro předpoklady použití tohoto typu systému MTM – 1 je nutno dodržet typ výroby s vysokou četností operací a jeho opakování. Jedná se o krátké pracovní procesy, které se stále opakují. Postupy, které jsou detailně zpracovány a navrženy. Je nutné dodržovat při školení

pro zaměstnance přesný popis pracovní metody. Způsob práce, kterou vykonávají pracovníci, by měl být skoro identický.¹

1.4.4 MTM – 2

Je metoda s vysokou úrovní a byla vyvinuta pro typ procesu 2. Vychází se ze základního systému MTM – 1. Stejně jako u předchozího typu musí být dodrženy podmínky předpokladu. Jedna z podmínek je, že charakter opakovatelnosti procesu výroby musí být vysoký. Pracovní postupy jsou opačné vůči MTM – 1, tudíž musí být delší a cyklické. Pracovní návody a postupy musí být přesně a detailně zpracovány. Musí probíhat zaškolování zaměstnanců s přesnou pracovní metodou a jejím popisem. Způsob vykonávání práce by neměl být identický.¹

1.4.5 MTM – 3

Malosériová výroba a méně se opakující práce. Méně náročné.¹

1.4.6 MTM UAS

MTM – UAS (Universal Analysis System - Univerzální Rozborový Systém) je datový systém MTM pro sériovou výrobu a jeho cílem je neustále zlepšovat organizaci práce. Proto je dobré se zaměřit na poměr nákladů a výkonů. Souvisí s tím typy dodávek a jejich spolehlivost. Dále také rozvržení pracoviště dle ergonomických a motivujících požadavků.

Metoda MTM byla zveřejněna v roce 1948 a má stále důležitější roli ve svém oboru. Umožňuje komplexně analyzovat prostředí daného procesu. Zlepšuje tím schopnost indikace slabých míst v procesu. Využívá potenciál daného prostředí na maximum. Rozebírá pracovní postupy a analyzuje důsledně jejich nedostatky. Určuje přesné časové rozmezí operací, které jsou přiřazeny k vztažným výkonům.

Pro typ analýzy UAS je potřebné mít splněny základní rysy sériové výroby. Výroba směřuje k zakázkovému odběru s opakovacím charakterem. Ve výrobě se může vyskytovat velké portfolio produktů, ale náplň práce by měla směřovat stejným směrem. Dalším rysem je rozdíl mezi dobou trvání pracovních procesů, který by měl být delší než pracovní proces u velkosériové výroby. Pro dané pracovní postupy jsou určeny standardy a podmínky. Zaměstnanci dané společnosti jsou obeznámeni s procesem a rozumí mu. Tato metoda se typicky používá v automobilovém průmyslu.

Dle metody UAS rozlišujeme 7 základních pohybů, které jsou rozděleny do předem stanovených kódů. Tyto kódy jsou určeny k přidělení dle nastavených parametrů operací. Pro tyto operace pak náleží TMU. TMU operátora se vypočte dle tabulky 1.⁹

Tabulka 2 tabulka rozřazení pohybu dle vzdálenosti ⁸.

Délka pohybu v cm	$x \leq 20$	$20 < x \leq 50$	$50 < x \leq 80$
Interval vzdálenosti	1	2	3

Tabulka 3 hodnoty a kódy pohybových operací ⁸.

Uchopit a umístit (kg)			Kód	1	2	3
				TMU		
x ≤ 1	lehce	přibližně	AA	20	35	50
		volně	AB	30	45	60
		těsně	AC	40	55	70
	těžce	přibližně	AD	20	45	60
		volně	AE	30	55	70
		těsně	AF	40	65	80
	plná ruka	přibližně	AG	40	65	80
1 < x ≤ 8	přibližně	AH	25	45	55	
	volně	AJ	40	65	75	
	těsně	AK	50	75	85	
8 < x ≤ 22	přibližně	AL	80	105	115	
	volně	AM	95	120	130	
	těsně	AN	120	145	160	
Umístit (mm)						
x > 12	přibližně	PA	10	20	25	
3 < x < 12	volně	PB	20	30	35	
3 > x	těsně	PC	30	40	45	
Manipulace s pomůckou						
přibližně		HA	25	45	65	
volně		HB	40	60	75	
těsně		HC	50	70	85	
Nastavení						
jednoduché		BA	10	25	40	
složené		BB	30	45	60	
Pohybové cykly						
jeden pohyb		ZA	5	15	20	
sled pohybů		ZB	10	30	40	
přesazení a jeden pohyb		ZC	30	45	55	
upevnit nebo povolit		ZD	20			
Pohyby těla						
chůze / m		KA	25			
ohnout, shýbnout, kleknout (včetně narovnání)		KB	60			
posadit se a vstát		KC	110			
Vizuální kontrola						
všeobecné		VA	15			

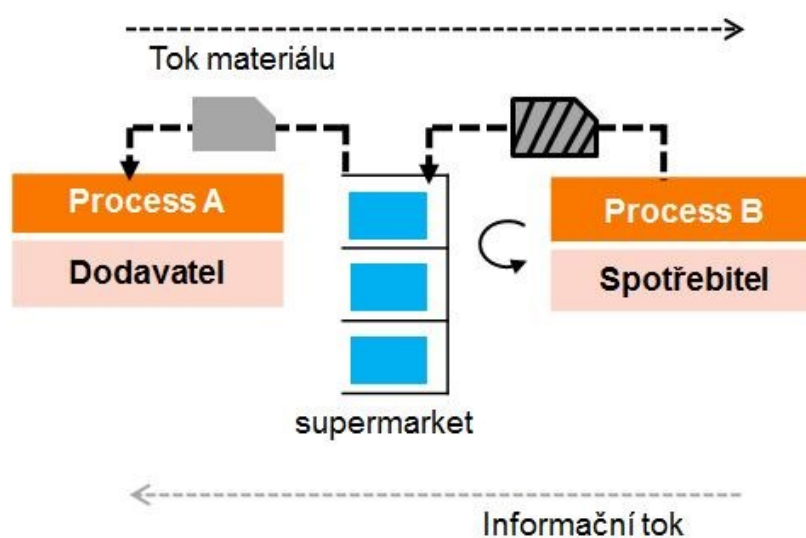
1.5 Přehled a princip systému Kanban

Kanban je metoda řízení výroby tahem. Existují různé druhy Kanbanu pro nastavení samořízeného toku materiálu. Supermarkety a Kanban mohou být zavedeny v celém dodavatelském řetězci od dodavatele do firmy, z firmy k zákazníkovi i mezi našimi vlastními procesy.²

Informační tok Kanban systému může být řízen ručně nebo pomocí počítače.²

Princip Kanbanu:

Výrobní proces vyrobí pouze tolik, kolik potřebují následující procesy.²



Obrázek 1 Struktura kanbanu.²

Kanban je potřeba tam, kde není možné výrobní tok synchronizovat, snižuje plýtvání v plánování výroby, protože tok výroby/materiálu je samořízený dle pravidel založených na tahových principech.²

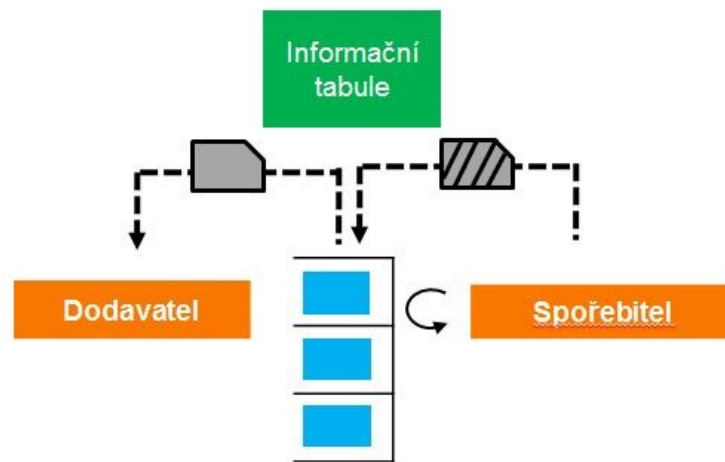
Všechny druhy zásob jsou snáze řízeny, tj. dodávaný materiál, polotovary i hotové výrobky. Je vyráběna, dodávána a skladována pouze aktuální potřeba materiálu. Použití Kanban systému vede k včasnému odhalení kritického nedostatku materiálu a s malými dávkami vede k větší pružnosti (snížené zásoby a zkrácení průběžného času).²

Dodavatel:

- vyrábí maximálně tolik dílů, kolik je požadováno,
- nevyrábí díly, dokud není vystavena objednávka,
- vyrábí pouze dobré díly.²

Spotřebitel:

- objednává jen tolik materiálu, kolik potřebuje,
- neobjednává materiál, dokud ho nepotřebuje,
- dodržuje FIFO princip.²



Obrázek 2 základní vizualizační schéma Kanbanu.²

1.6 Vizuální management

Vizuální management můžeme chápat jako více metod, které se vzájemně propojují a vytvářejí soubor. Tento soubor je potom nástrojem ke zlepšování účinnosti organizace. Výhodou je snadné dodržování pravidel určených předem. Eliminace a odhalení ztrát, které vznikají v celém výrobním procesu. Vše souvisí s podmínkami, které musí na pracovišti nutně být.³

Vizuální management zahrnuje:

- metodu 5S, uspořádání pracoviště,
- požadované normy jsou součástí pracoviště a jdou vidět na tabulích,
- odhalování chyb a jeho zastavení.³

Pro metodu 5S je charakteristické:

1) Uspořádání

Pracoviště uspořádáme tak, abychom docílili jednotného stavu. Vše potřebné, co se vyskytuje na pracovišti, má své dané místo. Předměty, které jsou nepotřebné, lze ze systému vyřadit. Pokud se položky nepoužívají každý den, vytvoříme pro ně svůj skladový prostor, abychom je mohli použít v důležitých situacích. Důležité je také zabránit skladování položek, které nejsou potřeba.³

2) Čištění

Na pracovišti zredukujeme a eliminujeme všechny odpady, kapaliny a ostatní odpady. Čištěním zajistíme snadnou údržbu pro stálý chod strojů a dalších pracovních nástrojů. Můžeme tak docílit menší poruchovosti. Pro čištění si vyčleníme potřebné úklidové nástroje a jejich umístění.³

3) Logické setřídění

V tomto kroku se soustředíme na přesnou logickou rozvahu daných prvků na pracovišti. Tím je myšleno rozmístění dle daných operací. Uspořádání by mělo být jednotné a přesné. Vytyčením přesných pozic materiálu, strojů a nástrojů tak umožníme zaměstnancům plně pochopit, jak pracoviště funguje. Zamezíme tak špatným přesunům a umístění materiálu. Pro výslednou vizualizaci vypracujeme mapu pracoviště, která je vylepena, či založena v dokumentaci pracoviště.³

4) Standardizace

Pro přesné dodržování nově organizovaného pracoviště bychom si vytvořili dokumentaci. Tímto docílíme dodržování všech norem, které ve změnách proběhly.³

5) Disciplína

Vše z předchozích kroků bude dodržováno, pokud se dodrží přesný plán školení zaměstnanců na daném pracovišti. Určené metody se používají a jsou zahrnuty v denním plánu. Velmi účinné je určit si cíl těchto změn. Zaměstnanci by měli s těmito změnami souhlasit. Postupně se tyto návrhy, změny, stanou tradicí pro daná pracoviště a stále se budou zdokonalovat. V neposlední řadě je důležité zaměstnance oceňovat za dobré výkony, a dospět tak k jejich zlepšování.³

Pro udržování těchto navrhovaných změn bychom si měli vytvořit plán pro kontrolu jejich plnění.

Tabulka 4 hodnocení 5S Auditů

Hodnocení 5S Auditů		
TYP	Splněno/Nesplněno	Změny
Uspořádání	Ano/Ne	Protřídit nástroje pro přestavbu
Čištění		
Logické setřídění		
Standardizace		
Disciplína		

Aby metoda 5S dosáhla správnosti vytvoříme si tabulku, kde vedoucí pracoviště zhodnotí tyto prvky. Pokud není splněno, je potřeba vytvořit patřičné změny, či přijmout opatření.

1.7 Poka-Yoke

Obecně Poka Yoke vychází z japonského překladu „zabraňování pochybení“. Používá se hlavně v automotive průmyslu. Automotive průmyslem je myšlen automobilový průmysl a vše s ním spojené. Většinou se jedná o složky výroby spojené s automatizací, kde dochází k přesným výrobním procesům. V jiných sektorech, jak výrobních, tak nevýrobních, se může tento název objevit jako zkratka DAA (Digital Assembly Assistant). V překladu „Digitální montážní asistent“. ⁴

Poka Yoke, DDA jsou termíny, které se používají k zajištění chybovosti operátora, zaměstnance. Tyto chyby jsou neúmyslné a cílem je se jich vyvarovat. Proto tyto systémy umožňují detekovat chybu v danou chvíli tak, aby nedošlo k další chybě. ⁴

Jako příklad si můžeme uvést výrobu dílů v automobilovém průmyslu. Pro smontování hotového produktu je potřeba založit 5 dílů do nástroje. Abychom zabránili špatnému založení, či zapomenutí dílu, je nutná detekce těchto dílů pomocí čidel. Takto předcházíme chybám a vyvarujeme se nežádoucím defektům na produktech, takzvané zmetky. ⁴

2 Analýza současného uspořádání výrobního procesu a jeho návaznosti.

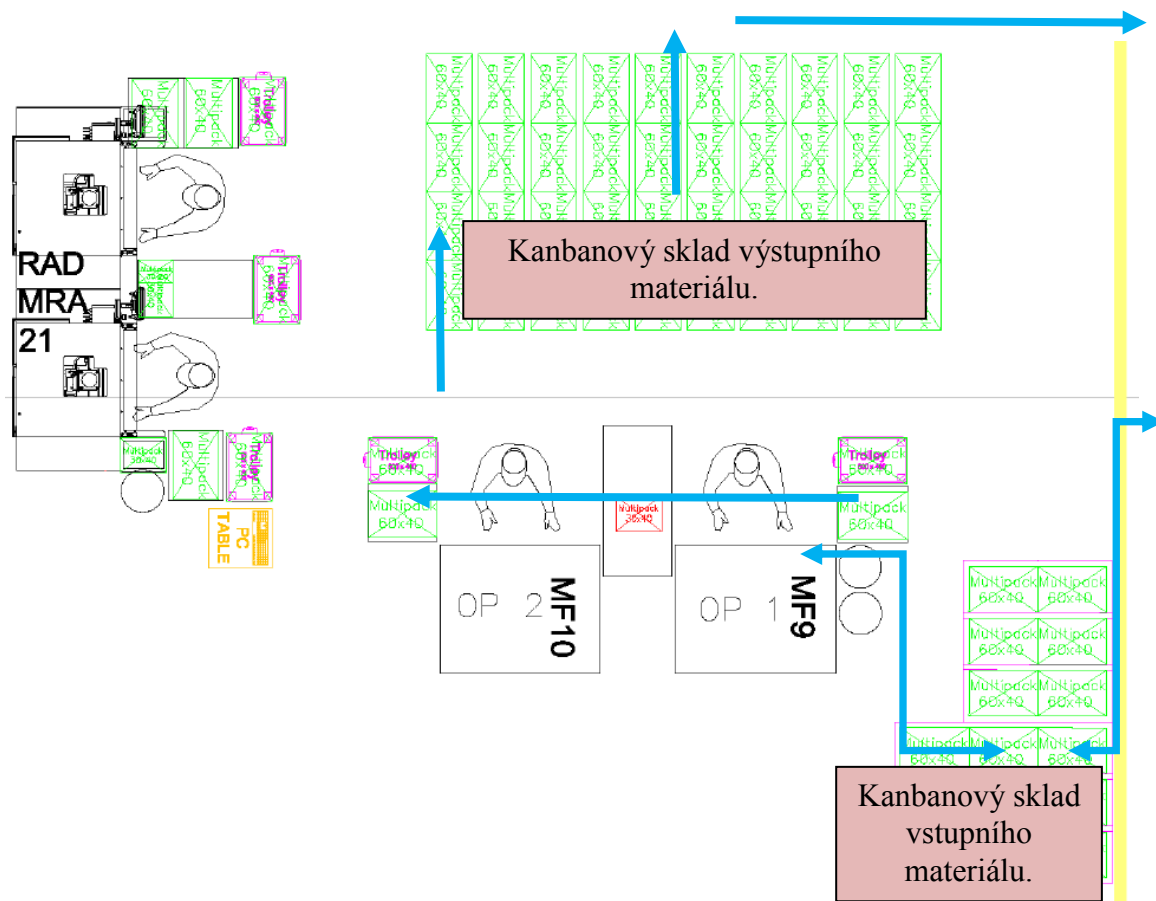
Pro analýzu současného stavu uspořádání výrobního procesu a jeho návaznosti jsem si vybral část výrobního procesu ve společnosti Mahle Ostrava s.r.o. Tento závod se zabývá sériovou výrobou chladičů vzduchu, kapalin, nepřímých chladičů vzduchu a dalších produktů. Hala má k dispozici osm výrobních linek, kde probíhá jak sériová, tak testovací výroba.

Byla vybrána linie s výrobním zaměřením na LTR radiátory. Zde na této linii je celý proces rozdělen na dalších mnoho podprocesů. Byla určena stanice předmontáže, kde se vyrábí produkty pro další zpracování v celém toku materiálu. Byla provedena analýza, chybovost výroby podle vybraných metod, aby byly nalezeny přesné příčiny nalezených chyb. K těmto činnostem bylo použito znalostí z metodik KANBAN, FIFO, POKA-YOKE, MTM analýza a metoda 5S. Byla provedena také analýza ergonomického stavu.

Pro popis současného stavu byl zvolen produkt A, který se skládá ze dvou podproduktů. Tento produkt je již zaveden v sériové výrobě. Vyrábí se levá a pravá strana produktu A. Abych zjistil možné nedostatky procesu výroby, provedl jsem analýzu MTM – UAS. Vše bylo hodnoceno pro obě strany produktu. Následně byla řešena zmetkovitost a její příčiny.

2.1 Mapa pracoviště

Na obrázku 3 je uvedena mapa pracoviště. Velikost je dle kapacity rozlohy dostačující. Využití prostoru pro potřebné materiály, pro výrobu je v souladu s nároky. Nenalezl jsem žádný přebytečný prostor, který by nebyl využit. Následně jsem systém pracoviště zanalyzoval.

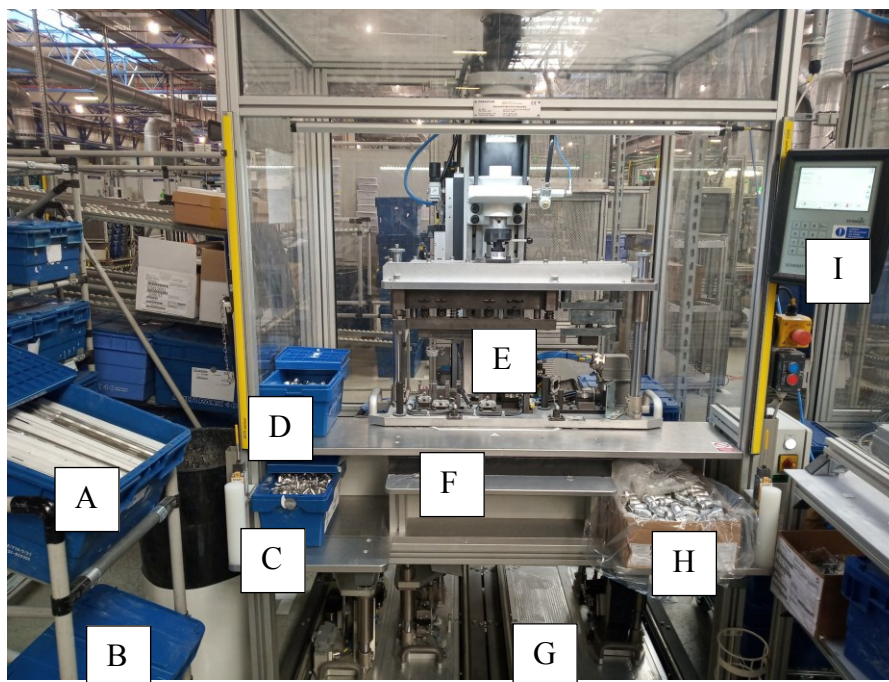


Obrázek 3 mapa pracoviště.

Logistika pracoviště je založena na systému Kanban a FIFO. Ze strany cesty označené žlutou čarou je dodáván materiál do regálů. Z regálů si operátoři vychystají daný typ materiálu dle výroby. Materiál si přichystají ke stroji a postupují dle Kanbanového systému. Jakmile mají prázdnou bednu, odloží ji na vozík a odeberou ze skladového regálu další materiál. Operace výroby manifoldů probíhá současně na dvou stanicích označených MF9 a MF10, které jsou kontinuální. Operátor založí všechny komponenty do lisovacího stroje a po zalisování posouvá produkt k další operaci. Hotový produkt zakládá do definovaných beden, které jsou konzultovány dle balicího předpisu. Bedny se skladují na vozíku do výše maximálně 4 bedny na sebe. Hotové výrobky operátor odstaví na expediční sklad, ze kterého si odebírá logistika.

2.2 Stanice předmontáže

Pracovní místo předmontáže se skládá ze dvou strojů, na kterých se mohou libovolně střídát nástroje, dle daných projektů.



Obrázek 4 stanice předmontáže č.1.

Na obrázku 4 můžete vidět stanici předmontáže. Zde operátor uchopí víko a vkládá jej do lisovacího nástroje. Do nástroje vkládá komponenty a spouští proces lisování. Víko dále putuje na pracovní stůl, kde přebírá práci druhý operátor. U prvního stroje pracuje operátor č. 1 a není nijak závislý na předchozích operacích. Jediné, na čem je operátor závislý, je příjem materiálu a funkčnost stroje, nástrojů.

A – úložný prostor pro vstupní materiál, který je odebírán operátorem. Patří zde víka daného projektu.

B – volný úložný prostor pro vstupní materiál, který je odebírán operátorem.

C, D, H – úložný prostor pro vstupní materiál, který je odebírán operátorem. Určen pro menší komponenty.

F – pomocná deska, pro umístění materiálu.

E – umístění lisovacího nástroje, který je připojen k HARTING konektoru.

G – umístění pro další nástroje pro výměnu.

I – ovládací panel.



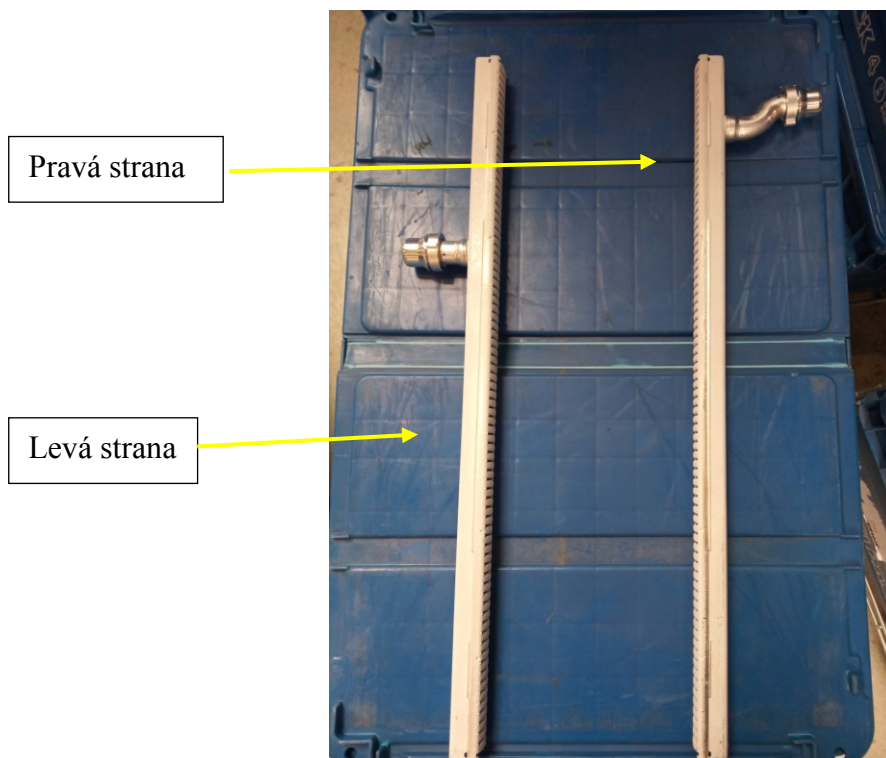
Obrázek 5 stanice předmontáže č.2.

Na obrázku 5 je znázorněna druhá stanice předmontáže. Tuto stanici obsluhuje druhý operátor, který je závislý přísunu vyrobeného materiálu z první stanice. Operátor č.1 odloží kus na pracovní stůl (J). Operátor č. 2 do dílu vkládá přepážky. Díl s přepážkami pak vkládá do nástrojů a přikládá díl (L). Potvrzuje proces lisování a hotový kus po vizuální kontrole vkládá do krabice (K), dle balicího předpisu. Balicí předpis je vytvořen balícím technikem.

J – montáž přepážek.

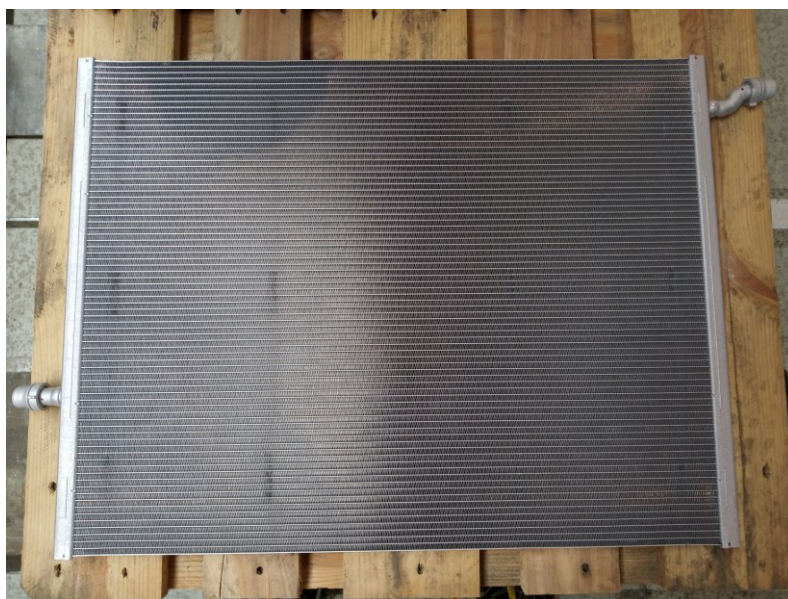
K – vstupní materiál.

L – úložný prostor na materiál.



Obrázek 6 finální výrobky A, pravá a levá strana.

Na obrázku 6 jsou finální výrobky A, pravá a levá strana. Oba tyto produkty se společně dále lisují na blok. Tudíž je nutné vyrábět oba tyto kusy v poměrném množství 1:1.



Obrázek 7 finální blok s manifoldy.

Na obrázku 7 je vidět využití těchto dílů z předmontáže. Díly jsou zalisovány na stroji s blokem trubek a lamel.

2.3 MTM analýza

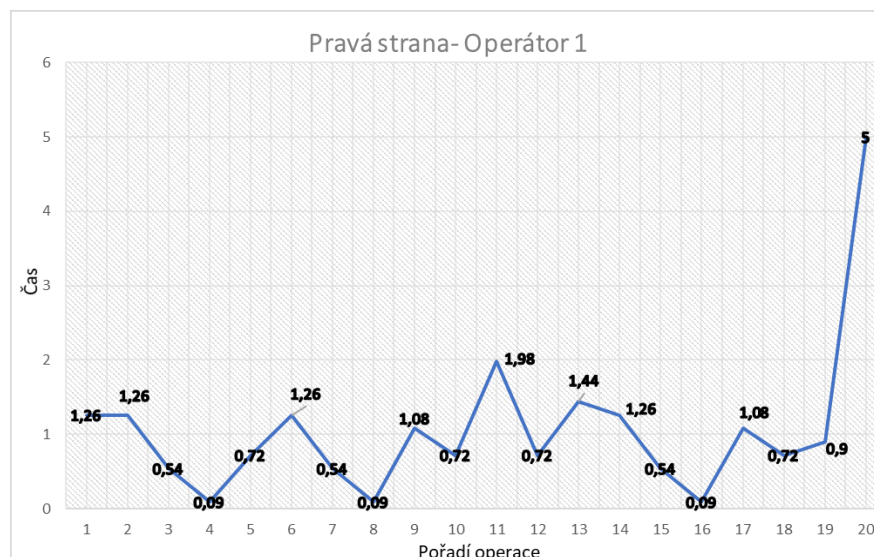
Dle dané metodiky MTM analýzy byly zjištěny výrobní i nevýrobní časy operátora. Pro danou situaci jsou v procesu dva operátoři. Pro přesný výpočet časů byla použita MTM analýza typu UAS. Pro rozdělení operací operátora a přidělení kódů byl využit videozáznam, kde každý pohyb byl rozčleněn do dílčích pohybů. Takto určené pohyby bylo možno kvantifikovat a vyhodnotit kódy pro následné výpočty. Vše bylo shrnuto do následné tabulky. Následující tabulky jsou zpracovány dle teorie z kapitoly 1.4.

Podrobná analýza byla provedena pro pravou i levou stranu produktu A včetně zjištění daných časových prodlev.

Produkt A, pravá strana, operátor č.1.

Tabulka 5 MTM - UAS, operátor č.1

Pořadí	Typ operace (operátor 1)	Kód	Čas (sec.)	Poměr času vůči počtu	Finální čas (sec.)
ODLOŽENÍ HOTOVÉ SESTAVY NA DESKU STOLU					
1	uchopení hotové sestavy z lisu a odložení na desku před sebe	AA2	1,26	1*1	1,26
VLOŽENÍ DÍLU DO LISU, LISOVÁNÍ					
2	odebrání víka ke kontrole	AA2	1,26	1*1	1,26
3	vizuální kontrola víka/kontrola směru založení	VA	0,54	1*1	0,54
4	otočení víka/ průměr každé 2 víko	ZA1	0,18	1*0,5	0,09
5	vložení víka na lis	PA2	0,72	1*1	0,72
6	odebrání z bedny připojovací kus/kontrola	AA2	1,26	1*1	1,26
7	vizuální kontrola připojovacího kusu/orientované vložení	VA	0,54	1*1	0,54
8	otočení připojovacího kusu/průměrně každý druhý kus	ZA1	0,18	1*0,5	0,09
9	umístění připojovacího kusu na víko	PB2	1,08	1*1	1,08
10	zatlačení	ZD	0,72	1*1	0,72
11	odebrání kroužku z bedny, umístění na připojovací kus	AE2	1,98	1*1	1,98
12	uchopení sestavy a umístění do lisu (posunutí)	PB1	0,72	1*1	0,72
13	zatlačení 2x	ZD	0,72	2*1	1,44
14	odebrání adaptéru z bedny ke kontrole	AA2	1,26	1*1	1,26
15	vizuální kontrola adaptéru, kontrola založení správným směrem	VA	0,54	1*1	0,54
16	otočení adaptéru/průměrně každý 2 kus	ZA1	0,18	1*0,5	0,09
17	umístění adaptéru na víko	PB2	1,08	1*1	1,08
18	zatlačení pro doumístění	ZD	0,72	1*1	0,72
19	potvrzení lisování tlačítkem	BA2	0,90	1*1	0,9
20	procesní čas lisování (5 sekund)	PTSEC	1,00	5	5
FINÁLNÍ ČAS					21,29



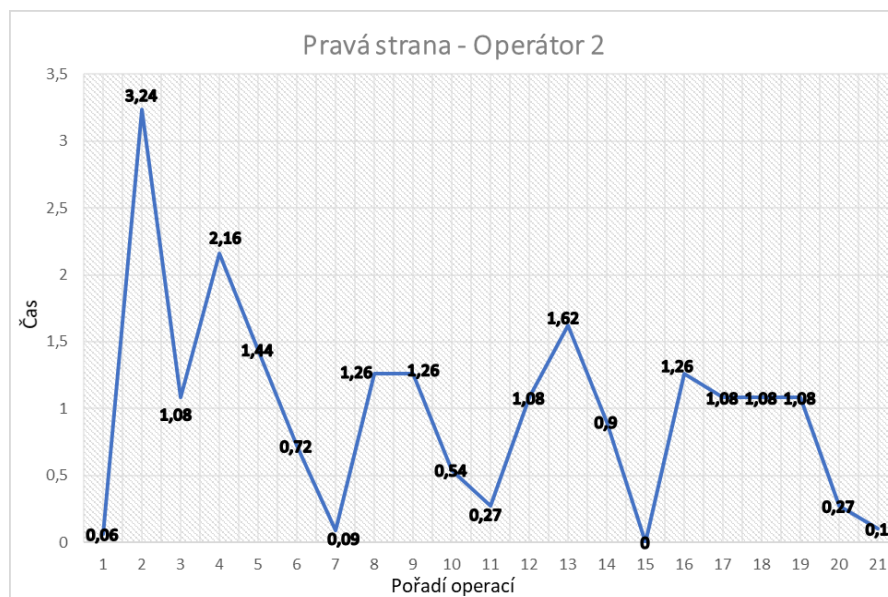
Graf 1 hodnota časů v pořadí po sobě jdoucích operací.

V tabulce 5 a grafu 1 jsem provedl analýzu jednotlivých kroků operátora dle výpočtu MTM – UAS. Jsou zde zobrazeny po sobě jdoucí operace. Tyto operace jsou kvantifikovány kódem. Dále vypočteny dle přepočtu tabulky 1. Všechny časy jsou uváděny v sekundách. Celkový čas operátora č. 1 na zhotovení kusu je 21,29 sekund.

Nejdelší časové prodlevy jsou na operacích 2, 6, 11, 13. Operace č. 20 je strojní čas lisování.

Tabulka 6 MTM - UAS, operátor č.2

Pořadí	Typ operace (operátor 2)	Kód	Čas (sec.)	Poměr času vůči počtu	Finální čas (sec.)
MONTÁŽ PŘEPÁŽEK MEZI STANICEMI					
MONTÁŽ PŘEPÁŽEK (2kusy)					
1	odebrání hrsti přepážek ze zásobníku, umístění na stůl	AG2	2,34	1*0,5/20	0,06
2	uchopení přepážky	AD2	1,62	2*1	3,24
3	SIMO uchopit sestavu/ v překrytém čase uchopení přepážky	VA	0,54	2*1	1,08
4	vizuální kontrola přepážky/ přítomnost fluxu	PC1	1,08	2*1	2,16
5	vložit přepážku do víka	ZD	0,72	2*1	1,44
6	zatlačit přepážku do víka	PA2	0,72	1*1	0,72
7	chůze od stanice montáže přepážek ke stanici a zpět 20 kusech	KA	0,90	1*2/20	0,09
ODLOŽENÍ HOTOVÉ SESTAVY NA DESKU STOLU					
8	odebrání hotové sestavy z lisu a odložení na desku stolu	AA2	1,26	1*1	1,26
VLOŽENÍ DÍLU DO LISU, LISOVÁNÍ					
9	odebrání sestavy s přepážkami ke kontrole	AA2	1,26	1*1	1,26
10	vizuální kontrola sestavy/správná orientace	VA	0,54	1*1	0,54
11	otočení sestavy/průměrně každou druhou	ZA2	0,54	1*0,5	0,27
12	vložení sestavy do lisu	PB2	1,08	1*1	1,08
13	odebrání dna a umístění na sestavu v lisu	AB2	1,62	1*1	1,62
14	potvrzení startu lisování tlačítkem	BA2	0,90	1*1	0,9
15	procesní čas lisování (3 sekundy v překrytém čase vizuální kontroly)	PTSEC	3,00	0	0
VIZUÁLNÍ KONTROLA ZALISOVANÉ SESTAVY, ODLOŽENÍ DO BALENÍ					
16	odebrání zalisované sestavy z desky stolu	AA2	1,26	1*1	1,26
17	otočení sestavy po vizuální kontrolu	ZA2	0,54	2*1	1,08
18	vizuální kontrola	VA	0,54	2*1	1,08
19	odložení zkontrolované sestavy do balení	PB2	1,08	1*1	1,08
20	otočení sestavy pro uložení do balení	ZA2	0,54	1*0,5	0,27
21	uchopit kartonovou proložku, umístit na hotové manifoldy (1vrstva = 13 kusů)	AA2	1,26	1*1/13	0,1
FINÁLNÍ ČAS					20,59



Graf 2 hodnota časů v pořadí po sobě jdoucích operací.

V tabulce 6 a grafu 2 jsem provedl analýzu operací druhého operátora, který dokončuje výrobu dílu. Operace č. 2, 4 a 13 jsou nejdelší. Celkový čas zde dosahuje 20,59 sekund.

Časy obou operátorů se liší o 0,7 sekundy. Tento rozdíl je velmi nízký, oba operátoři a jejich práce na sebe navazují. Jsou zde ale operace, které časově „vyčnívají“.

Tyto analýzy byly doposud pro pravou stranu produktu. Jelikož pravá a levá strana má stejnou produktovou skladbu, je MTM analýza naprosto totožná.

2.4 Kanban

Dle systému Kanban jsem se zaměřil na vstupní materiály, zda pracovníci dodržují interní předpisy. Jedním z hlavních interních předpisů je, aby materiál ve skladě pro operátory vystačil na 2 hodiny. To znamená, pokud 2 hodiny nedorazí logistika s dalším materiálem, mělo by se do té doby bez problémů vyrábět, bez časových ztrát.



Obrázek 8 spádový regál pro stanici předvýroby.

Spádový regál má celkově 23 pozic vstupního materiálu a po vyčerpání materiálu z beden operátorem se vrací prázdná bedna na zpětný spádový regál v horní části regálu.

Číslo dílu		Šroub	Pracoviště
Barcode	Karton	500	*Barcode*

Obrázek 9 značení dílů štítkem.

Na obrázku 9 je znázorněn aktuální stav značení štítkem. Štítek popisuje číslo dílu, které se uvádí na každé pozici. Čísla dílů jsou vedena v systému SAP, pro kontrolu přítomnosti na pracovišti, či ve výrobě a skladu. Pro každé číslo dílu je vytvořen „barcode“ (skenovací kód). Ten je určen pro skenování logistikou, aby mohla identifikovat, o jaký díl se jedná.

Dále je na štítku označení typu balení, počtu kusů a název. Na štítku je také uvedeno pracoviště, popsáno skenovacím kódem.

2.5 FIFO

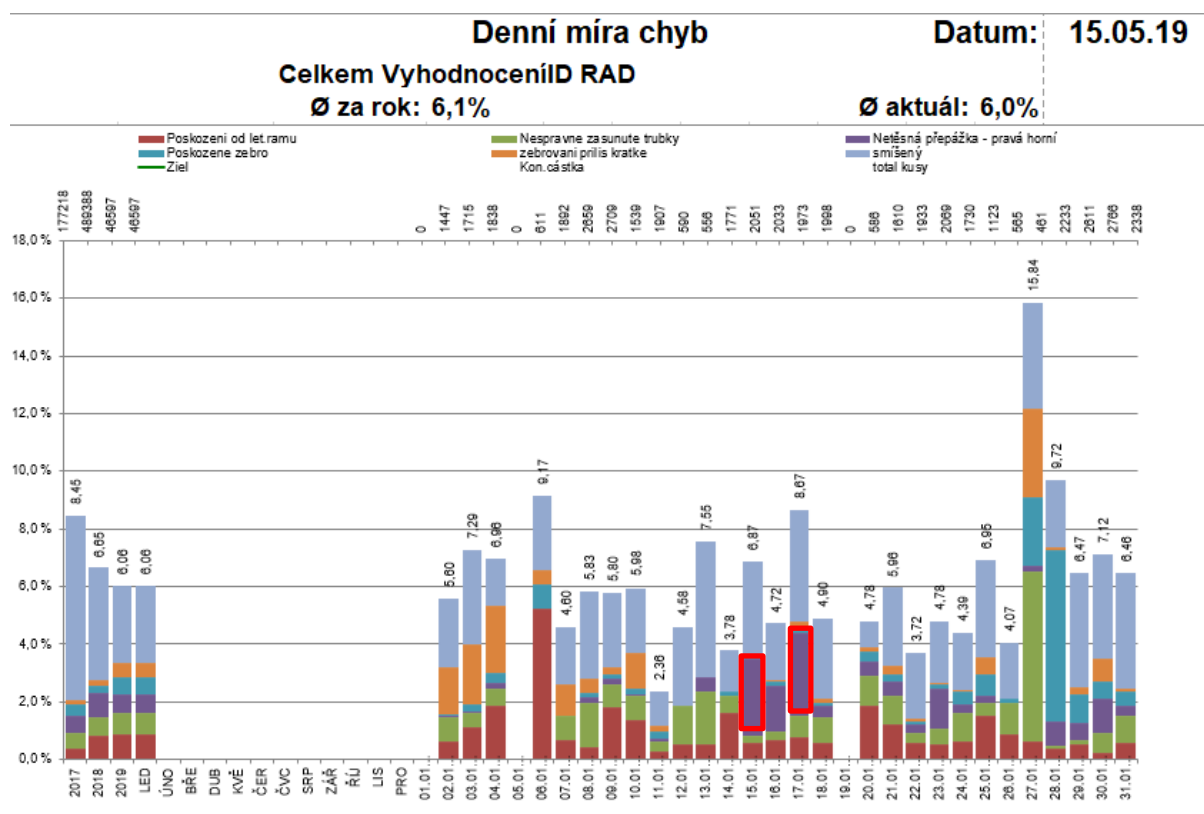
First in first out, neboli FIFO je dodrženo. Protože, jakmile materiál chybí a projíždí kolem stanice logistika, doplní materiál. Tento materiál je na spádovém dopravníku. Není možné, aby se časově materiály zaměnily.

Další otázkou je vrácení materiálu po ukončení výroby. Materiál operátoři vrací zpět na svou pozici. Jakmile se výroba daného produktu obnoví, použijí materiál, který byl naposledy vrácen.

Na výstupu se materiál postupně doplňuje na vozíčku. Pokud je potřeba, logistika si materiál odebírá. Není zde možné odebrat kusy, které byly vyrobeny později.

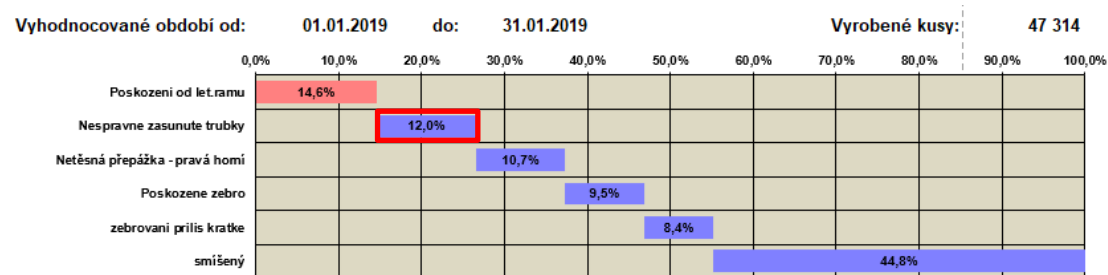
2.6 Celkový objem výroby

Pro zjištění celkových objemů produktu A jsem vytvořil graf z výroby za jeden měsíc.



Graf 3 denní míra chyb výroby za měsíc leden.

V grafu 7 je vyhodnocení denní míry chyby jednotlivých defektů. Za měsíc leden se vyskytlo 6 různých chyb. V těchto chybách je také chyba netěsné přepážky. Tato chyba vzniká na stanici předmontáže, při montáži přepážek do vík.



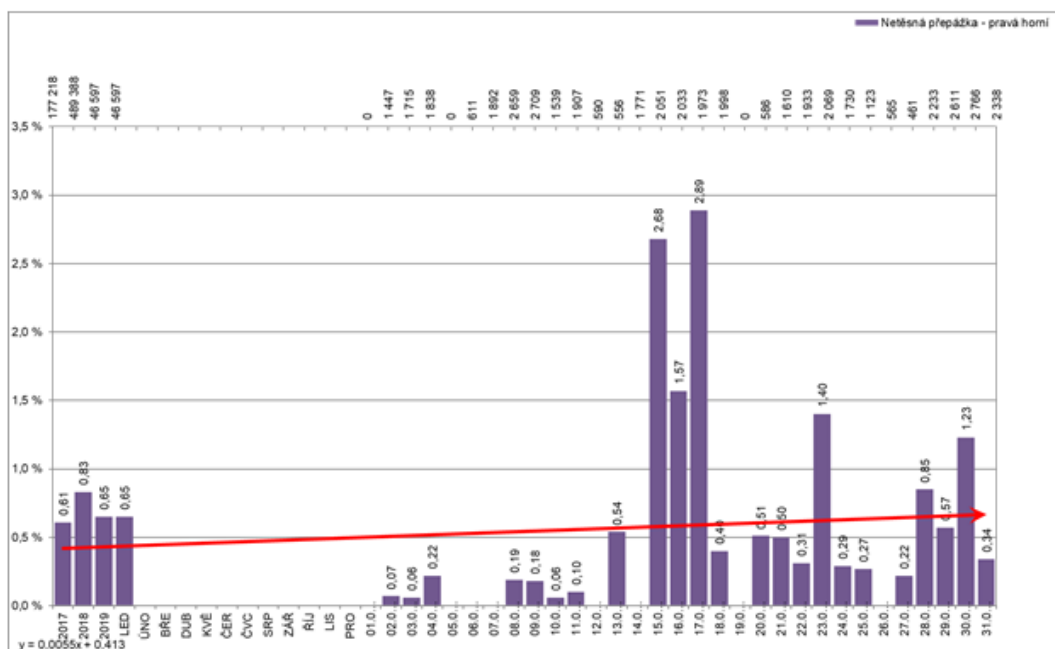
Graf 4 procentuální vyhodnocení chyb v měsíci leden.

V grafu 4 jsou vyhodnoceny procentuální podíly chyb ve výrobě za měsíc leden. Vyrobilo se 47 314 kusů finálních bloků. Z těchto vyrobených kusů vznikla chyba netěsnosti vlivem špatně zalisované přepážky. Tato chyba se vyskytla ve výsledku 12 %.

Vznikají také další chyby:

- poškození od letovacího rámu,
- poškozené žebrování bloku,
- žebrování je příliš krátké a nevyhovuje parametrům.

Zaměřil jsem se na stanici předmontáže, tudíž jsem se zaměřil na chyby zalisované přepážky. Pro zjištění přesných procentuálních výkazů každého dne jsem vytvořil graf vývoje chyby.



Graf 5 vývoj chyby - netěsná přepážka za měsíc leden.

Dle vývoje chyby netěsné přepážky jsem vytvořil spojnicí trendu. Tato spojnice trendu jednoznačně určuje stoupající vývoj chyby.

3 Rizika, problémová místa a jejich identifikace

Z předchozích analýz aktuálního stavu jsem určil hlavní riziková místa, pro která bude navržena změna dle produktové skladby nového produktu. Zaměřil jsem se na logistiku, MTM analýzu a technologická rizika.

3.1 Časový fond operátora

Dodržování přísunu materiálu v čase je bezproblémové.

Dle MTM analýzy vychází výroba jednoho kusu přibližně na 21 sekund. Dle produktové skladby, která je aktuální, je toto zjištění dobré. Tato norma se bez problémů dodržuje. Vyskytují se však časy, které by se mohly snížit.

Z tabulky 7 je zřejmé, že nejdelší čas zabere operátorovi odebrat kroužek z bedny a umístit jej na připojovací kus. Tento problém vzniká převážně z důvodu velikosti materiálu. Kroužek je malý a není spojitý. Proto se kroužky do sebe zamotávají a problematicky se uchycují.

Operátor č.1 – operace 2, 6, 11 a 13.

Tabulka 7 nejdelší časy operátora č. 1

2	odebrání víka ke kontrole	AA2	1,26	1*1	1,26
6	odebrání z bedny připojovací kus/kontrola	AA2	1,26	1*1	1,26
11	odebrání kroužku z bedny, umístění na připojovací kus	AE2	1,98	1*1	1,98
13	zatlačení 2x	ZD	0,72	2*1	1,44

Operátor č.2 – 2, 4 a 13.

Tabulka 8 nejdelší časy operátora č. 2

2	uchopení přepážky	AD2	1,62	2*1	3,24
4	vizuální kontrola přepážky/přítomnost fluxu	PC1	1,08	2*1	2,16
8	odebrání hotové sestavy z lisu a odložení na desku stolu	AA2	1,26	1*1	1,26

U operátora č.2 je nejdelší čas uchopení přepážky. Jelikož je tento materiál taktéž velmi malý, špatně se s ním manipuluje.

Rizikovým místem je příprava materiálu ke stroji, tento čas je dle MTM analýzy dlouhý. Pokud není nutné, aby si operátor přichystal materiál sám, omezil bych to. Operátor by poté neztrácel čas hledáním správných materiálů pro daný produkt.

S tím souvisí označování materiálů na regálu. Toto označení je nepřesné, protože nejde rozeznat, o jaký materiál se jedná. Operátor tak neví, co si má vzít. Hledá poté v kusovníku čísla dílů a zpomaluje přípravu na výrobu. Chybí vizuální označení. Bez označení materiálu vizuálně operátor neví, o co se jedná.

Z hlediska ergonomie nastává problém ve skladování materiálu na výstupu. Pracovníci skladují materiál do nepřipustné výše. Z hlediska váhy jsou pravidla dodržena.,



Obrázek 10 skladování materiálu na výstupu.

Dále je zde riziko ve vybavení pracoviště. Operátorům chybí průmyslová protiúnavová rohož, na které by se pohybovali. Myšleno v rámci bezpečnosti, aby obsluha neuklouzla a pohodlně mohla vyrábět. Tato ochranná vrstva také chybí z hlediska zdravotního. Jelikož na pracovišti pracovníci stráví 7,5 hodiny, mohou mít zdravotní problémy.



Obrázek 11 chybějící podložky pro operátory.

3.2 Technologická rizika

Rizikovým místem z hlediska technologického je zakládání přepážek do víka. Jelikož jsou tyto přepážky malé, špatně se s nimi manipuluje. Ve víku je díra pro vložení a na krajích jsou vyřezané drážky pro doraz. Operátoři s tímto materiálem manipuluji ručně.



Obrázek 12 detail víka s dírou pro přepážku.

Operátor uchopí přepážku a víko dohromady, poté vloží přepážku a zatlačí. Přepážka se nesmí volně hýbat.



Obrázek 13 tvar přepážky.

Přepážka je speciálně upravena. Je nastříkána tekutinou, která schne a tvoří vrstvu. Tato vrstva se roztaví, lépe tak drží dohromady s okolním hliníkem. Vyplňuje pak okolní díry, aby snižovala možnost netěsnosti.

Po operaci vkládání a dalším lisování dna je zde problém s těsností. Kdybychom tlak při lisování zvýšili, vznikla by možnost poškození víka = zmetek.



Obrázek 14 založená přepážka ve víku.

Na obrázku 14 je založená přepážka do víka a jsou vidět riziková místa netěsnosti.

V rámci analýzy byla sledována výroba na dvou směnách produktu A, kdy se vyrobilo 1053 kusů. Pro zjištění těsnosti na výstupu se víko otestuje v tlakovací komoře. Z těchto kusů

bylo netěsných 67. Pro detekci chyby jsem použil test těsnosti pod vodou. Tento test se provádí tlakem vzduchu.



Obrázek 15 zapojení ucpávky a vzduchu pro test těsnosti pod vodou.



Obrázek 16 netěsnost.

Na obrázku 15 jsem z levé strany do otvoru víka zapojil ucpávku a z pravé strany vstup vzduchu. Poté víko automaticky klesne pod vodu a proběhne test tlaku vzduchu ve vodě. Vzduch samovolně uniká ve víku v místě deformace, či netěsnosti. Zde je vidět chyba v lisování víka v místě přepážky.

3.3 Cíle bakalářské práce

Cílem bakalářské práce bude stanovení nového výrobního procesu s ohledem na výše uvedená rizika:

- netěsnost přepážky vůči víku,
- značení vstupního kanbanového skladu,
- úprava času dle MTM analýzy,
- úprava pracoviště dle ergonomických požadavků.

4 Návrh výrobního procesu dle požadavků změn produktové skladby

Na základě předchozích analýz byly navrženy změny ve výrobním procesu, které by měly odstranit předchozí zjištěné nedostatky. Cílem bude vytvořit jednoduchý, rychlý a co nejefektivnější proces. Nový produkt se skládá ze stejného počtu materiálů jako předchozí. Změny jsou provedeny v rozměrové části. V procesu lisování nebudou velké časové změny, tento proces zůstává stejný, proto budou řešeny především nejdelší časové prodlevy dle snímků MTM.

Na základě snímků byly stanoveny časové prodlevy manipulace materiálu v kontaktu se vstupním kanbanovým skladem. V rámci řešení budou tyto časy omezeny.

To znamená, že si operátoři připraví u své stanice materiál tak, aby jim vystačil na dobu výroby do pauzy. Malé materiály jsou baleny ve velkém množství, tudíž není potřeba tolikrát chodit do skladu pro materiál. Víka jsou balena po 100 kusech, což dle MTM analýzy operátor ~~spotřebuje~~ za 35 minut. Tento čas je orientační, musíme brát v potaz hygienické potřeby, pití a další.

4.1 Změna struktury materiálu dle nové produktové skladby

Změna struktury nového produktu se liší ve vstupním materiálu manifoldů. Nový manifold se skládá z víka, trubky, kroužku, adaptéru a dna. Stále se bude vyrábět levá a pravá strana, jak tomu bylo u předchozího produktu.

Pro nový produkt bude nutné přidat položky do vstupního kanbanového skladu. Z těchto materiálů je společný kroužek, adaptér i dno. Rozdílně jsou trubky a víka. Z těchto informací vyplývá, že budeme potřebovat čtyři pozice ve vstupním kanbanovém skladu.

Ve výstupním kanbanovém skladu máme k dispozici deset pozic pro uložení materiálu. Jelikož se vyrábí na stanici předmontáže maximálně dva produkty, není problém s kapacitou umístění.

4.2 Návrh změny značení vstupního materiálu pro operátory

Dle předchozích analýz značení materiálu jsem navrhl nové označení. Označení bude umístěno, jako u předchozího produktu, na kanbanovém regálu vstupního materiálu. Materiál

jsem doporučil označit tak, aby každý díl samostatně měl své označení a nedošlo tak k záměně.

Název produktu		
Číslo dílu		Ilustrační foto
Barcode	karton	
Záslepka	50	

Obrázek 17 nové označení materiálu.

Na štítek jsem doporučil přidat název produktu, což usnadní práci operátora. V původním stavu byl štítek bez názvu a operátor strávil na začátku směny mnoho času hledáním. Takto má přesný název a ví, že tento materiál je pro produkt A, B, či oba současně. Číslo dílu zůstává, abychom rozeznali systémově, o který díl jde. Doporučil jsem přidat ilustrační foto, které vizuálně pomůže operátorům ve vyhledávání materiálu. Název pracoviště není pro operátora důležitý, proto jsem navrhl jeho odstranění. Obsluha musí vědět, co vyrábí a z čeho vyrábí.

4.3 Návrh výrobního procesu lisování dle MTM analýzy

Při návrhu výrobního procesu jsem se řídil informacemi z předešlé analýzy. Cílem je snížit zjištěné ztráty. Po návrhu byla provedena MTM analýza, pro porovnání původního stavu s novým návrhem.

Do návrhu jsem zahrnul přípravu materiálu před zahájením výroby. Konkrétně přípravu kroužků, které jsou baleny po velkém množství. Materiál si přichystá na pracovní desku, která je před operátorem. Takto nebude muset operátor kroužek hledat při každém procesu lisování víka v bedně.

Následně budou popsány činnosti operátorů.

4.3.1 Operátor č.1

Pravou rukou zalisovaný díl z nástrojů operátor odebírá a vkládá na pomocný stůl, kde se provádí montáž přepážek. Levou rukou odebírá víko, které vkládá do nástrojů pro lisování. Pravou rukou odebírá trubku a současně levou rukou kroužek. Kroužek nasadí na hrdlo trubky a pravou rukou zasadí do víka. Levou rukou vkládá adaptér do horní čelisti lisu a

pravou rukou potvrdí proces lisování. V překrytém čase lisování si operátor předpřipraví materiál.

4.3.2 Operátor č.2

Levou rukou si operátor přichytí víko a pravou rukou odebere 1 kus přepážky. Vkládá do víka. Takto vkládá přepážky na obou stranách. Hotovou sestavu s přepážkami vkládá levou rukou do nástroje a pravou rukou současně odebírá dno. Dno přikládá na víko sestavy a potvrdí proces lisování. V překrytém čase lisování montuje přepážky do víka. Finální víko odebere, provede vizuální kontrolu a vloží do bedny dle balicího předpisu.

4.3.3 MTM analýza

Abych zjistil výrobní časy operátora, provedl jsem MTM analýzu typu UAS, jak tomu bylo u předchozího produktu A.

Tabulka 9 MTM analýza návrhu procesu montáže operátor č.1

Pořadí	Typ operace (operátor 1)	Kód	Čas (sec.)	Poměr času	Finální čas (sec.)
ODLOŽENÍ HOTOVÉ SESTAVY NA DESKU					
1	uchopení hotové sestavy z lisu a odložení na desku montáže přepážek	AA2	1,26	1*1	1,26
VLOŽENÍ DÍLU DO LISU, LISOVÁNÍ					
2	odebrání víka ke kontrole	AA2	1,26	1*1	1,26
3	vizuální kontrola víka/kontrola směru založení	VA	0,54	1*1	0,54
4	otočení víka/ průměr každé 2 víko	ZA1	0,18	1*0,5	0,09
5	vložení víka na lis	PA2	0,72	1*1	0,72
6	odebrání z bedny připojovací kus/kontrola	AA2	1,26	1*1	1,26
7	vizuální kontrola připojovacího kusu/orientované vložení	VA	0,54	1*1	0,54
8	otočení připojovacího kusu/průměrně každý druhý kus	ZA1	0,18	1*0,5	0,09
9	umístění připojovacího kusu na víko	PB2	1,08	1*1	1,08
10	zatlačení	ZD	0,72	1*1	0,72
11	odebrání kroužku z předpřipraveného místa, umístění na připojovací kus	AA1	0,72	1*1	0,72
12	uchopení sestavy a umístění do lisu (posunutí)	PB1	0,72	1*1	0,72
13	zatlačení 2x	ZD	0,72	2*1	1,44
14	odebrání adaptéru z bedny ke kontrole	AA2	1,26	1*1	1,26
15	vizuální kontrola adaptéru, kontrola založení správným směrem	VA	0,54	1*1	0,54
16	otočení adaptéru/průměrně každý 2 kus	ZA1	0,18	1*0,5	0,09
17	umístění adaptéru na víko	PB2	1,08	1*1	1,08
18	zatlačení pro doumístění	ZD	0,72	1*1	0,72
19	potvrzení lisování tlačítkem	BA2	0,90	1*1	0,9
20	procesní čas lisování (5 sekund)	PTSEC	1,00	5	5
FINÁLNÍ ČAS					20,03

Z MTM analýzy nového návrhu procesu lisování je evidentní změna času odebírání kroužku. Tento pohyb operátora je kvalifikován kódem AA1. Tento kód označuje pohyb, který je ve velké blízkosti operátora do 20 cm. Je lehce uchopitelný a lehčí než 1 kg. Čas odebírání byl stanoven na 0,72 sekund. Celkový čas operace prvního operátora byl 20,03 sekund. Operátor č.2 má stejný počet vstupního materiálu pro operaci, jako předchozí produkt. Návrh pro operaci druhého operátora nechávám stejný.

4.4 Bezpečnost a skladování

Pro zlepšení bezpečnosti jsem navrhl přidat protiúnavovou, protismykovou rohož. Tato rohož zajišťuje ochranu lidského těla proti chladu od podlahy. Dále díky náběhové hraně po obvodu zabraňuje zakopnutí a zranění. Žlutě vyznačené okraje rohože vymezuje pracovní plochu operátora.

Doporučil jsem nákup této rohože např. u společnosti Gumex.⁶

Technické parametry:

Tloušťka:	9 mm
Šířka:	600 mm
Délka:	900 mm
Materiál:	PVC

Protiúnavová rohož odpovídá a vyhovuje normám:

DIN 54332 (B2)

DIN4102

EN 13552 kategorie R11 ⁶



Obrázek 18 protiúnavová rohož. ⁶

Pro kvalitu a bezpečnost výstupního skladování jsem vytvořil interní dokument pro maximální výšku skladování. Navrhnul jsem tuto změnu v souladu s nařízením vlády č. 361/2007 Sb. o manipulaci s břemeny. Na pracovišti se manipuluje s bednami maximální váhou 4 kg. V dokumentu jsem přidal maximální výšku zvedání beden a to 4 kusy na sebe. Pro náš závod platí interní balení pro bednu s rozměry (60x40x40) cm. Jako průměrnou výšku operátorky jsem uvedl 168,5 cm. Dle těchto faktů lze umístit na sebe maximálně 4 kusy.

Z obrázku 10 je patrné, že objekt čtyř beden poskládaných na sebe, představuje kvádr. Pro návrh bych nechal vytvořit vozík, který omezuje výšku skladování na požadované čtyři

bedny. S tímto zkonstruovaným vozíkem by manipulace nebyla náročná a vzniklo by menší riziko vyklonění při přepravě.

Doporučil jsem nákup tohoto vozíku např. u společnosti B2B partner. Jelikož společnost nabízí pouze standardizované police pro přepravky, navrhl jsem úpravu. Upravil jsem výšku polic, aby naše standardizované bedny měly dostatek místa pro umístění. Dále jsem přidal omezení konstrukce na 4 bedny, na sebe maximálně. Konstrukce byla vyrobena z ocelových trubek a profilů pro zamezení možné deformace.¹⁰

Parametry vozíku:

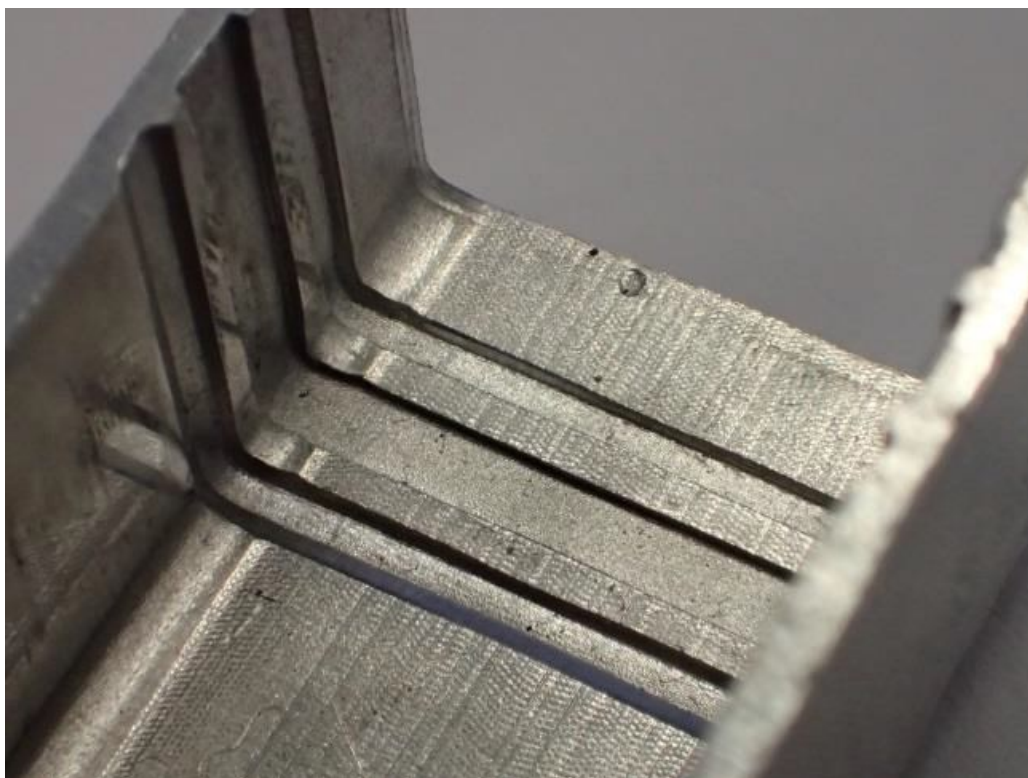
Nosnost	200 kg
Pevná kola	2 kusy
Otočná kola s brzdou	2 kusy
Rozměr police	600 x 400 mm
Mezera mezi policemi	410 mm



Obrázek 19 standardizovaný vozík pro přepravky.¹⁰

4.5 Návrh technologické změny designu víka

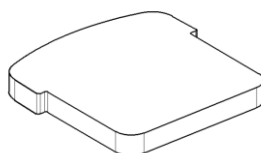
Dle analýzy netěsnosti kusů jsem navrhl úpravu víka. Tato úprava bude sloužit pro snazší vkládání přepážek a snížení netěsnosti. Střední vyhloubení spadá pro vkládání přepážek. Okolní pro podporu stability.



Obrázek 20 detail designové změny vík.

Na obrázku 20 je uvedena změna designu ve víku, kde jsou dvě pomocné drážky a hlavní drážka pro přepážku. Přepážka se bude takto snadněji vkládat a bude v těsném spojení s materiálem.

Pro navržené víko bych doporučil i změnu přepážky. Ta nebude mít výstup, který se vkládá do díry, a boční oporu.



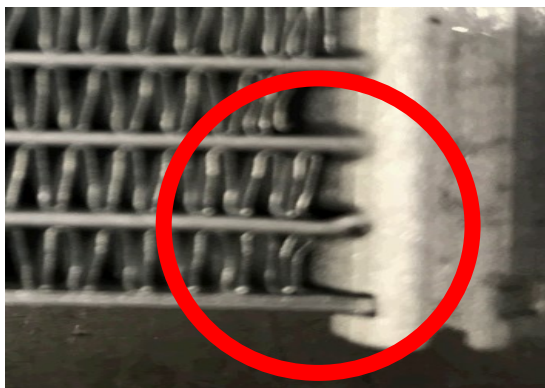
Obrázek 21 přepážka nového produktu.

4.6 Test výroby navrženého víka

Pro testování bylo k dispozici pouze 30 kusů pravý i levých vík. Montáž přepážek do vík probíhá stejným způsobem jako u předchozího produktu.

Výroba na stanici předmontáže proběhla bez defektů a vyrobené produkty dále putují na stanici kazetování. Zde se pravé i levé víko slisuje společně s lamelami a trubkami. Vzniká zde finální produkt, který je založen do pájecích rámců a putuje válečkovým dopravníkem přes pec. V peci se na přesnou teplotu taví a spojuje.

Na stanici zkoušky těsnosti vznikly dva netěsné kusy ze 30 kusů. Bylo nutné zjistit příčinu této vady. Byla zvolena zkouška těsnosti pod vodou, kde se objevil problém mezi trubkami a víkem.



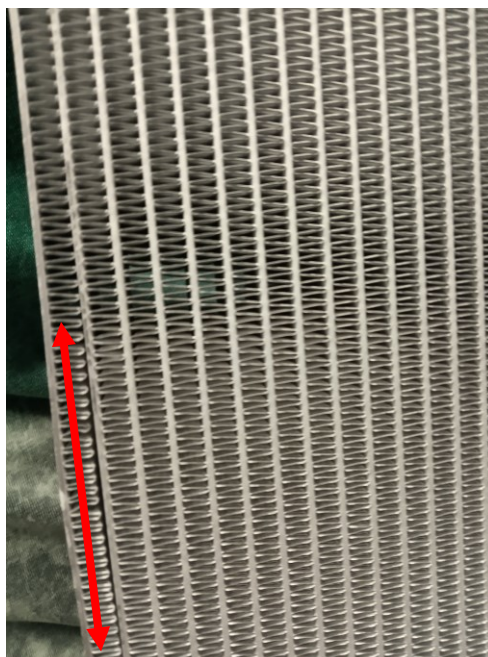
Obrázek 22 defekt lisování.

Z obrázku 22 je vizuálně vidět „deformovanou“ trubku vůči vstupu do víka. Tyto defekty vznikly na stanici kazetování, kde probíhá zalisování pravého a levého víka. Tyto víka se lisují společně s trubkami a lamelami.

Pravděpodobná příčina tohoto defektu může být:

- Nepřesná pozice lisovací hlavy, kde se uloží víko. Tato hlava může být příliš vysoko. Vzdálenostně může být příliš vpředu, či vzadu vůči celé síti lamel s trubkami.
- Materiál, který je dodáván na stanici kazetování je nejen ze stanice předmontáže. Trubky jsou vyráběny samostatně na linii pro výrobu těchto trubek. Mohla se naskytnout rozměrová neshoda trubek.
- Mohl zde vzniknout nedostatečný přítlak pýchovadla. Trubka poté leží na stole, když je síť v kompresi.
- Dále při výrobě trubek může vzniknout otřep na trubce, která při lisování nezapadne do požadované díry víka a zdeformuje se.

Při vizuální kontrole na výstupu byl zjištěn defekt ve spojení lamel a trubek. Tuto chybu zaznamenal operátor na čtyřech kusech. Celý blok je sice těsný, ale nevyhovuje parametrům chladiče. Proto nemůže tento blok označit jako bezchybný.



Obrázek 23 defekt ve spojení trubky a lamely.

Na obrázku 23 je možno vidět defekt spojení lamely s trubkou. K dispozici jsou nové prototypové rámy, na kterých jsme potřebovali vyzkoušet výrobu tohoto nového produktu. Domnívám se že tento defekt vznikl v důsledku těchto rámu, jelikož byl kus volně založen do rámu. Pokud není kus uložen do rámu, v požadované kompresi, může vzniknout tento defekt. Výsledek je viditelný ve spoji. Takto vyrobený kus není těsný a nemůže pokračovat k expedici.

Z výsledku testu nevznikla netěsnost přes přepážku a víko ani jednou, což vede k tomu že navržená řešení jsou správná.

Tabulka 10 počet těsných a netěsných kusů

Test 30 kusů	Ks	Těsných	Netěsných	OK kusy
Bezvadných	24	24	0	24
Nabouraná trubka	2	0	2	0
Špatné spojení trubka - lamela	4	4	0	0
Celkem	30	28	2	24

V tabulce 10 je uveden přesný počet těsných a netěsných kusů. Z celkového hodnocení vyplývá, že těsných kusů bylo 24 a 6 vadných. Z těchto defektů sice máme 4 těsné bloky, ale nelze je poslat dále k expedici, jelikož jsou zdeformovány. Oprava těchto kusů je nemožná.

5 Posouzení přínosu navržených změn pro podnik

Co se týče produktové skladby nového produktu, je produkt velmi podobný. Protože jsem dle MTM analýzy našel časové ztráty při manipulaci materiálu, navrhl jsem jiné uložení kroužků. Toto uložení je dle MTM analýzy časově méně náročné. Operátor nemusí materiál

při každé montáži hledat. Takto vychází celá operace prvního operátora na 20 sekund. Dle interních předpisů předešlého projektu je norma pro lisování manifoldů 1020 za směnu. Dle mého navrženého procesu je první operátor rychlejší o 1 sekundu, proto by měla být norma bez problémů splněna.

Dále jsem změnil strukturu v označení materiálu pro operátora. Pro toto posouzení přínosu jsem sledoval výrobu jedné směny. Na pracoviště nastoupili dva noví, proškolení pracovníci. Dle informací směnového mistra věděli, co budou vyrábět. Dle kusovníku si ověřili přítomnost materiálu na pracovišti. Během celé směny nemusel ani jeden z operátorů hledat daný materiál. Po konzultaci s operátory je hlavním výsledkem přidání vizuální fotografie vstupního materiálu na štítku a označení typu produktu. Tuto změnu беру jako pozitivní. Časově se operátoři nezdržují.

V dalším kroku jsem upravil skladování na výstupním materiálu. Omezil jsem hranici skladování na čtyři kusy beden na sebe. Pro nepřetržitou výrobu celého bloku radiátoru je stanoviště závislé na přísunu materiálu z předvýroby. Tudíž vznikly obavy, aby čtyři kusy beden vystačily pro logistickou dodávku zboží a následné operace. Jedna bedna obsahuje dle nového balicího předpisu 40 kusů. Čtyři kusy beden dohromady budou mít 160 kusů. V následné operaci lisování celého bloku radiátoru je stanice schopna vyrobit 86 kusů. Dle MTM analýzy z předešlého produktu tudíž nevzniká riziko možnosti nedodání materiálu. Přidáním ochranné podložky vzniká menší rizikovost úrazu a komfortnější prostředí pro operátory.

Technologická změna vznikla ve víku a vkládání přepážky. Pro nové víko jsem měl možnost otestovat pouze s limitem třiceti kusů. Lisovací nástroje spolu se vzorky jsou nové. Po testování jsem zjistil, že čtyři kusy jsou vizuálně zdeformovány a další dva netěsné. Výsledkem je fakt, že netěsnost přes přepážku u testu třiceti kusů nevznikla.

Výsledkem je tedy 0% netěsnost přes přepážku. Což je dobrý výsledek. Vnikly ale jiné defekty. Z třiceti kusů bylo šest zdeformovaných. To představuje 1,8 %. Tyto defekty vznikly na stanici kazetování, na kterou jsem se nezaměřoval.

V tuto chvíli bych navrhoval soustředit se na stanici kazetování a vstupní materiál. Zkalibroval bych nové rámy dle přesných parametrů nového produktu a zaměřil bych se na nastavení parametrů nástrojů pro lisování bloku.

Pro testování bylo k dispozici vyčerpat poměrnou část rozpočtu. Jelikož, tyto návrhy a test byly první, využil jsem 15 % celkového rozpočtu na zavedení produktu. Tato částka je přímo úměrná dané situaci. Zaměřoval jsem se na část výrobního procesu, a proto nebylo potřeba využít větší části rozpočtu.

Z výsledků bude potřeba zaměřit se na další části celého procesu a rozpočet dále využívat.

Stanovené cíle bakalářské práce.

Tabulka 11 cíle bakalářské práce.

Cíle bakalářské práce	Splněno Ano/Ne
Netěsnosti přepážky vůči víku	Ano
Značení vstupního kanbanového skladu	Ano
Úprava času dle MTM analýzy	Ano
Úprava pracoviště dle ergonomických požadavků	Ano

V tabulce 13 byly shrnuty cíle a jejich vyhodnocení. Tyto cíle byly vytvořeny s ohledem na analýzy a byly splněny.

Po testování změn produktové sklady se vyskytly nové defekty. Tyto defekty jsou shrnuty v tabulce 14.

Tabulka 12 nalezené defekty po testování

Nové, nalezené defekty v procesu	Opatření
Deformace trubky vůči vstupu do víka	Úprava nástrojů a parametrů
Netěsné spojení lamely s trubicí	Kalibrace rámu

Pro možnou detekci nových defektů jsem zaujal opatření úpravu nástrojů a parametrů. Dále kalibrace nových, prototypových rámu.

6 Závěr

Bakalářská práce byla zaměřena na společnost, která se zabývá sériovou výrobou chladičů a dalších komponentů. Ve velké společnosti jako je MAHLE BEHR OSTRAVA s.r.o.

jsem se soustředil na zavedení nového produktu. Jelikož byl tento proces již vymyšlen a léta ověřen, hlavní částí byla analýza prostředí předmontáže. Zde se vyrábějí komponenty pro další zpracování. Toto prostředí jsem postupně zanalyzoval a zjišťoval hlavní nesrovnalosti a nedostatky. Dle nastudovaných analýz vznikla možnost nahlédnout do jádra pracovního postupu. Z aktuálních zpráv výroby jsem zjistil dané defekty s cílem jejich odstranění. V aktuálním stavu byla hlavním problémem netěsnost přes přepážku daného produktu. Návrhem byla změna typu víka s cílem zmenšení tohoto defektu. Soustředil jsem se také na uspořádání materiálu a značení. Pro nové uspořádání byl návrhem změna značení materiálu na štítku vstupního kanbanového skladu. V další části byl proveden návrh manipulace materiálu na výstupu. Jelikož jsem zjistil další nedostatky, doporučil jsem a provedl změny.

Celý produkt je ve fázi zavádění. Teprve nyní probíhají první testy pro upřesnění pracovních nástrojů. Proto nejsou tyto návrhy zavedeny a čekají na schválení.

Celkový proces výroby chladiče LTR je v sériové výrobě maximálně 5 let. Je to relativně nový typ radiátoru, na kterém jsou defekty stále ověřovány a analyzovány. Proto výroba tohoto chladiče není tak stabilní, jako ostatní produkty, jako je chladič motoru.

Proces předmontáže, který jsem v této práci analyzoval a navrhl pro nový produkt nová řešení, je jen částí celého procesu výroby.

Dle splněných cílů se dále společnost může zabývat dalším rozvojem daného produktu.

Literatura

1. LÍBAL, Vladimír. *Organizace a řízení výroby*. 7. nezm. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1989. ISBN 80-03-00050-5.
2. SMALLEY, Art. *Creating level pull: a lean production-system improvement guide for production-control, operations, and engineering professionals*. Cambridge, MA: Lean Enterprises Institute, c2003. ISBN 9780974322506.
3. MACINNES, Richard L. *Štíhlý podnik Memory Jogger: vytvářejte hodnotu a eliminujte ztráty v celém vašem podniku*. Praha: Česká společnost pro jakost, 2006. ISBN 80-02-01849-4.
4. Poka Yoke - minimalizace chyb a dodržení postupu výroby | ALVAT. *Průmyslová automatizace, Průmysl 4.0, IoT | Alvat* [online]. Dostupné z: <http://alvat.cz/poka-yoke/>.
5. Frank Bunker Gilbreth - The search for the best way | MTM. *IMD | International MTM Directorate* [online]. Copyright © 2015. IMD [cit. 12.05.2019]. Dostupné z: <http://mtm-international.org/frank-bunker-gilbreth-the-search-for-the-best-way/>
6. ROHOŽ DIAMANT SAFETY | GUMEX.CZ. *GUMEX, spol. s r.o. | GUMEX.CZ* [online]. Dostupné z: <https://www.gumex.cz/rohoz-diamant-safety-01450140>
7. Interní informace společnosti Mahle Ostrava s.r.o.
8. MTM - UAS: Učební podklady. 2014. Tř. Václava Klementa 869, 293 60 Mladá Boleslav: Sdružení pro Českou republiku a Slovenskou republiku
9. Introduction to MTM-UAS | MTM. *IMD | International MTM Directorate* [online]. Copyright © 2015. IMD [cit. 12.05.2019]. Dostupné z: <http://mtm-international.org/introduction-to-mtm-uas/>
10. Vozík na přepravky jednořadý s přepravkami, 6 pater | B2B Partner. *B2B Partner* [online]. Copyright © 2010 [cit. 15.05.2019]. Dostupné z: https://www.b2bpartner.cz/vozik-na-prepravky-jednorady-s-prepravkami-6-pater/?gclid=CjwKCAjw8e7mBRBsEiwAPVxxiPPNbARCyklTFdznL7_FaKzJTDSKZWUybFeYmmT9mm2SPvhl4j2oBoCRYwQAvD_BwE

Seznam grafů, tabulek a obrázků

Obrázek 1 Struktura kanbanu. ²	16
Obrázek 2 základní vizualizační schéma Kanbanu. ²	17
Obrázek 3 mapa pracoviště.	21
Obrázek 4 stanice předmontáže č.1.	22
Obrázek 5 stanice předmontáže č.2.	23
Obrázek 6 finální výrobky A, pravá a levá strana.	24
Obrázek 7 finální blok s manifoldy.	24
Obrázek 8 spádový regál pro stanici předvýroby.	29
Obrázek 9 značení dílů štítkem.	29
Obrázek 10 skladování materiálu na výstupu.	33
Obrázek 11 chybějící podložky pro operátory.	34
Obrázek 12 detail víka s dírou pro přepážku.	34
Obrázek 13 tvar přepážky.	35
Obrázek 14 založená přepážka ve víku.	35
Obrázek 15 zapojení ucpávky a vzduchu pro test těsnosti pod vodou.	36
Obrázek 16 netěsnost.	36
Obrázek 17 nové označení materiálu.	38
Obrázek 18 protiúnavová rohož. ⁶	41
Obrázek 19 standardizovaný vozík pro přepravky. ¹⁰	42
Obrázek 20 detail designové změny vík.	43
Obrázek 21 přepážka nového produktu.	43
Obrázek 22 defekt lisování.	44
Obrázek 23 defekt ve spojení trubky a lamely.	45
Tabulka 1 přepočet časových hodnot dle MTM – UAS ⁸	13
Tabulka 2 tabulka rozřazení pohybu dle vzdálenosti ⁸	15
Tabulka 3 hodnoty a kódy pohybových operací ⁸	15
Tabulka 4 hodnocení 5S Auditů	19
Tabulka 5 MTM - UAS, operátor č.1	25
Tabulka 6 MTM - UAS, operátor č.2	27
Tabulka 9 nejdelší časy operátora č. 1	32
Tabulka 10 nejdelší časy operátora č. 2	32
Tabulka 11 MTM analýza návrhu procesu montáže operátor č.1	40
Tabulka 12 počet těsných a netěsných kusů	45
Tabulka 13 cíle bakalářské práce.	47
Tabulka 14 nalezené defekty po testování	47

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Vladimíře Schindlerové, Ph.D. za výbornou komunikaci a konzultaci při řešení.